

مکانیک سیالات ویژگی های سیال ۲

دکتر احمد نیک پی
عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین
تاریخ انتشار پاییز ۱۳۹۲
nikpey@gmail.com

منبع

- مکانیک سیالات کاربردی: راجرز کنسکی
- مکانیک سیالات با کاربردهای مهندسی: نی جان فینه مور

اهداف آموزشی

- آشنایی با مفاهیم جرم مخصوص، وزن مخصوص، دانسیته نسبی، وزن، فشار، تبعا^ت فشار

ویژگی های سیال

- سیال ماده ای است که در اثر تنش برشی هر چند ناچیز، به طور دائم تغییر شکل می دهد.

جرم حجمی

- جرم حجمی، جرم مخصوص، جرم ویژه، چگالی جرمی و یا دانسیته (ρ یا D) جرم واحد حجم یا مقدار جرم موجود در واحد حجم است.

$$\rho, D = \frac{m}{V}$$



ρ جرم حجمی است که در سیستم BG چگالی بر حسب اسلاگ بر فوت مکعب و در دستگاه SI کیلوگرم بر متر مکعب است. هر اسلاگ ۳۲٫۲ پوند می باشد

ارتباط دانسیته با فشار و دمای مطلق

$$p = \rho RT$$

- P : فشار مطلق گاز lbf/ft^2
- ρ دانسیته گاز Lb/ft^3
- R : ثابت عمومی گاز کامل $53.35 \text{ ft-lbf/lbm-}^\circ\text{R}$
- T دمای مطلق بر حسب درجه رانکلین $R = ^\circ\text{F} + 459.7$

$$\frac{P_a}{P_s} = \frac{(\rho RT)_a}{(\rho RT)_s} \rightarrow \rho_a = \rho_{std} \frac{T_{std}}{T_a}$$

دانسیته هوا در شرایط استاندارد ۰/۰۷۵ پوند بر فوت مکعب است

ارتباط دانسیته با فشار و دمای مطلق

- دانسیته هوا در ۲۵۰ درجه فارنهایت را محاسبه کنید.

$$\rho_a = \rho_{std} \frac{T_{std}}{T_a} \rightarrow 0.075 \times \frac{530}{1460 + 250} = 0.056 \text{ lbm/ft}^3$$

حجم مخصوص یا ویژه

- با نماد "v" حجم اشغال شده توسط واحد جرم سیال است و عموماً برای گازها کاربرد داشته و بر حسب ft^3/lb , m^3/kg , ft^3/slug بیان می شود.

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}$$

حجم مخصوص هوا در شرایط استاندارد ۱۳.۶ فوت مکعب بر پوند است.

چگالی نسبی

- چگالی نسبی با نماد S یا RD ، کمیتی بدون واحد و برابر است با جرم ویژه ی ماده مورد نظر به جرم ویژه یک ماده مرجع در دمای معین (معمولاً آب و هوا به عنوان مرجع مایعات و گازها)

$$RD, S = \frac{\rho_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{آب}}}$$

استوانه ای به قطر داخلی ۵۶۰ میلی متر و طول ۱۲۰۰ میلی متر حاوی ۵۲۰ کیلوگرم مایع است. جرم ویژه و چگالی نسبی آن را محاسبه کنید؟

$$V_{\text{ظرف}} = \frac{\pi d^2}{4} \times h = \frac{\pi (0.56)^2}{4} \times 1.2 = 0.296 m^3$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{520 kg}{0.296 m^3} = 1760 kg/m^3$$

$$RD = S = \frac{1760}{1000} = 1.76$$

وزن weight

- وزن نیروی ناشی از جاذبه زمین بر جرم جسم.
- وزن هر جسم در سطح زمین حاصل ضرب جرم جسم (kg) در ۹,۸۱ یعنی $w=mg$ است.
- وزن ماهیت نیرو داشته و بر حسب $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ یا نیوتن می باشد.

وزن

- مخزنی به ابعاد 2000×500 میلی متر و ارتفاع ۱۲۰۰ میلی متر حاوی سوختی با چگالی نسبی ۰,۹۷ می باشد. نیروی وارد بر قاعده مخزن را محاسبه کنید؟

$$V_{fuel} = 0.5 \times 2 \times 1.2 = 1.2 \text{ m}^3$$

$$m_{fuel} = 1.2 \text{ m}^3 \times 0.97 \times 1000 \text{ kg} = 1164 \text{ kg}$$

$$W_{\text{سوخت}} = 1164 \times 9.81 = 11.42 \times 10^3 \text{ N}$$

مخزنی به ابعاد 2000×500 میلی متر و ارتفاع 1200 میلی متر حاوی سوختی با چگالی نسبی 0.97 می باشد. نیروی وارد بر قاعده مخزن را تعیین کنید؟

$$V_{fuel} = 0.5 \times 2 \times 1.2 = 1.2 \text{ m}^3$$

$$m_{fuel} = 1.2 \text{ m}^3 \times 0.97 \times 1000 \text{ kg} = 1164 \text{ kg}$$

$$W_{\text{سوخت}} = 1164 \times 9.81 = 11.42 \times 10^3 \text{ N}$$

وزن مخصوص

- وزن مخصوص γ (گاما) حاصل وزن سیال بر حجم آن است و نشان دهنده نیروی اعمال شده از طرف زمین بر واحد حجم سیال است و دارای واحد های نیرو بر حجم نظیر پوند بر فوت مکعب است.

$$\gamma = \frac{w}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

$$\gamma = \rho g \rightarrow \rho = \frac{\gamma}{g}$$

وزن مخصوص آب در شرایط متعارف 62.4 lb/ft^3 بوده و چگالی نسبی جیوه 13.56 است. چگالی آب و چگالی جیوه را محاسبه کنید.

$$\rho_{\text{آب}} = \frac{\gamma_{\text{آب}}}{g} = \frac{62.4 \text{ lb/ft}^3}{32.2 \text{ ft/sec}^2} = 1.938 \text{ slug/ft}^3$$

$$\gamma_{\text{جیوه}} = S_{\text{جیوه}} \gamma_{\text{آب}} = 13.56 (62.4) = 846 \text{ lb/ft}^3$$

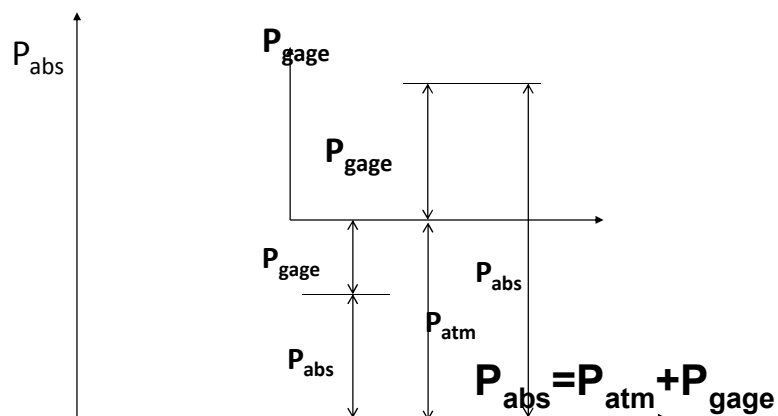
$$\gamma_{\text{جیوه}} = S_{\text{جیوه}} \gamma_{\text{آب}} = 13.56 (1.938) = 26.3 \text{ slug/ft}^3$$

فشار

• نیروی وارد بر واحد سطح است.

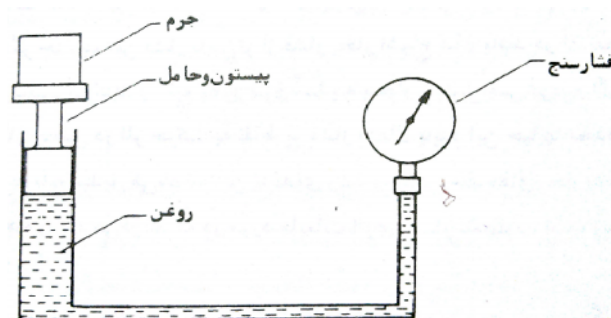
$$P = \frac{F}{A}$$

فشار مطلق و فشار نسبی



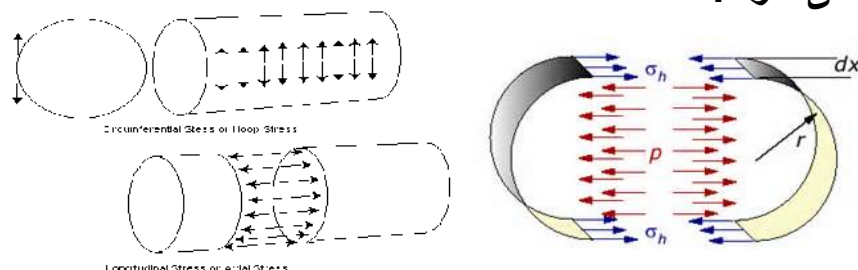
یک دستگاه کالیبراسیون فشار به شرح زیر با پیستونی به قطر ۳۰ میلی متر در اختیار است. جرم پیستون ، وزنه و متعلقات آن ۲ کیلوگرم است. فشار عقربه ای را محاسبه کنید؟

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{2\text{kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\pi \times \frac{(0.03)^2}{4}} = 27.8\text{kpa}$$



تبعات فشار مثبت

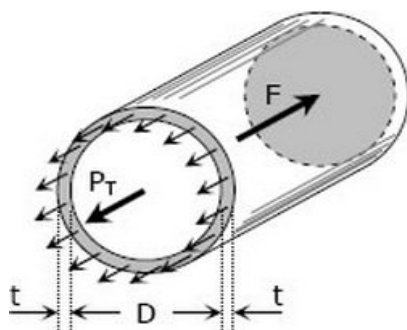
- استرس یا تنش
- فشاری است که بر ضخامت جداره مخزن یا ظرف تحت فشار وارد می شود که می تواند از نوع نیرو یا فشار کششی و یا فشاری باشد.
- عمدتاً استرس های کششی طولی و عرضی سبب پارگی مخازن می شوند.



استرس طولی

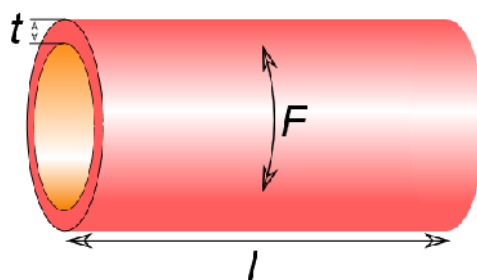
$$S_L = \frac{PD}{4T}$$

- P فشار بر حسب psi
- S_L : استرس طولی بر حسب Longitudinal Stress، psi
- D قطر متوسط که متوسط مجموع قطر بیرونی و داخلی مخزن است



استرس محیطی

$$S_c = \frac{PD}{2T}$$



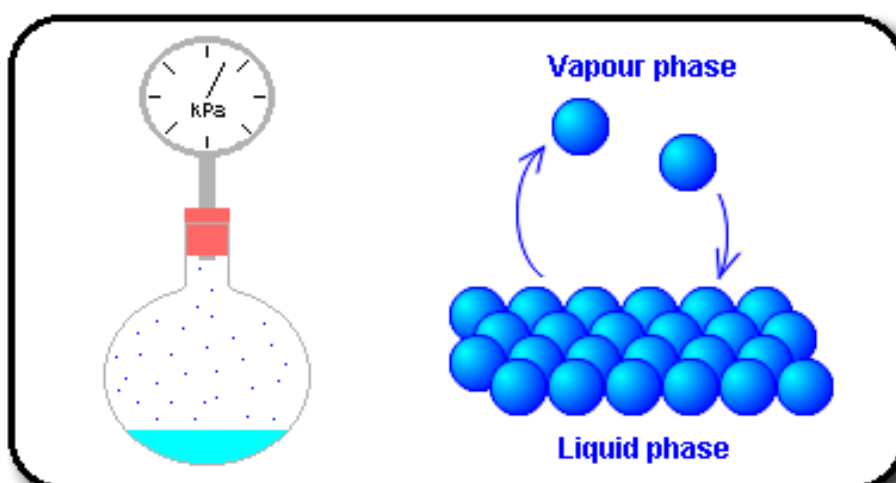
مخزنی با قطر متوسط ۹۶ اینچ و ضخامت بدنه ۲۵/۰ اینچ و فشار داخلی 15psi می باشد.
استرس طولی و محیطی وارده بر دیواره مخزن را محاسبه کنید.

$$S_L = \frac{15 \times 96''}{4 \times 0.25} = 1440 \text{ psi}$$

$$S_c = \frac{15 \times 96''}{2 \times 0.25} = 2880 \text{ psi}$$

تبعات فشار منفی (وکیوم)

فشار بخار مایع

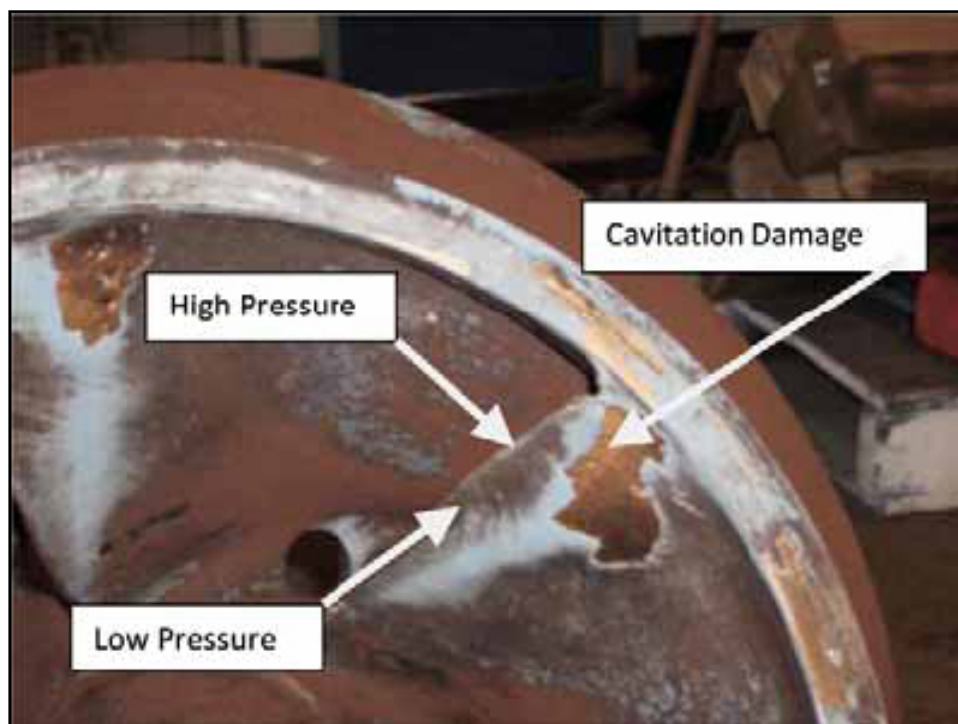
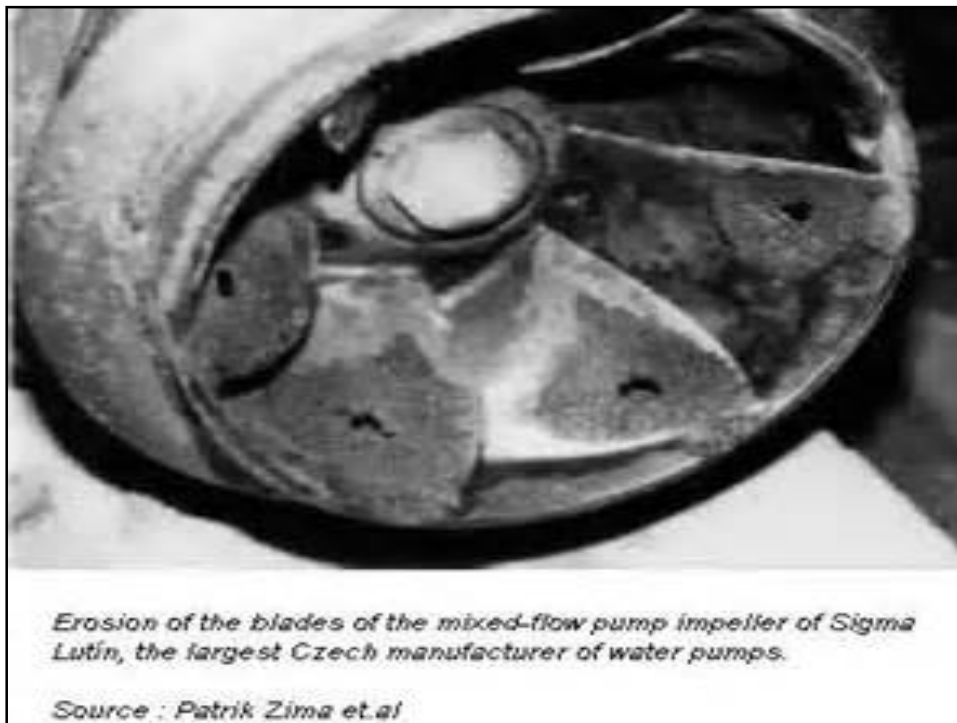


فشار بخار مایع

- فشار بخار: توانایی یک مایع در تبدیل شدن به بخار که شدت آن تابع :
- انرژی ملکول های مایع: که تابع دما است و با افزایش آن نرخ تبخیر افزایش می یابد.
- ماهیت مایع: جیوه در دمای معمولی به کندی و آب سریع تر تبخیر می شود یا مایعات بسیار فرار سریعاً بخار می شوند.
- فشار بالای سطح مایع: هر چقدر فشار کمتر شود سرعت تبخیر افزایش می یابد. اگر این فشار به حد کافی پایین آورده شود به نقطه ای می رسیم که مایع در دمای خاص شروع به جوشیدن می کند. این فشار به فشار بخار اشباع معروف است. هر چه قدر مایع فرارتر باشد فشار بخار اشباع آن بالاتر خواهد بود. مثلاً در ۲۰ درجه سانتی گراد فشار بخار اشباع جیوه 0.173pa آب 2.314kpa و آمونیاک 857kpa و بنزین ۵۵kpa است.

کاویتاسیون (حفره یا خلاء زایی)





متشکرم